

## A mikroelemek felvételének tanulmányozása a keszthelyi rétlápon

### II. Szudáni cirokfű és zab

BELÁK SÁNDOR, GYŐRI DÁNIEL SÁMSONI ZOLTÁN SZALAY SÁNDOR,  
SZILÁGYI MÁRIA és TOTH ANDRÁS

*Agrártudományi Főiskola, Keszthely és MTA Atommag  
Kutató Intézete, Debrecen*

Előző közleményünkben [1] beszámoltunk azokról a tájékozódó jellegű kísérleteinkről, melyek során elsősorban arra a kérdésre kívántunk választ nyerni, hogy a nagy humusztartalmú láptalajon SZALAY és SZILÁGYI által előzetesen laboratóriumi vizsgálattal kimutatott erős mikroelem szorpciós effektus [5, 6] okoz-e mikroelem felvételi nehézségeket egyrészt mindennemű kezelés nélkül, másrészt mikroelemekkel való talajkezelés esetén, továbbá mikroelemekkel történő permetezés mellett. A mikroelemek közül kísérleteinkben elsősorban a rezet, cinket, mangánt és kobaltot vizsgáltuk, mert ezeket a tőzeg humuszsavak erősen megkötik, a növények számára feltehetően nehezen hozzáférhetővé teszik.

Idézett vizsgálataink azt mutatták, hogy:

1. Annak ellenére, hogy talajkezeléssel nagy mennyiségű mikroelemet adagoltunk, továbbá, hogy vas és mangán már eleve is bőven volt a talajban, mégis a növénymintáink vasban, mangánban és rézben nagyfokú éhezést mutattak, jó összhangban a laboratóriumi szorpciós kísérleteinkkel. Emiatt a láptalajon termett szudáni fű kifejezetten gyenge biológiai értékűnek minősíthető.

2. Az előzetes laboratóriumi radioizotóp mikroelem-szorpciós kísérleti eredményeinkkel ellentétben cinkben nem lépett fel éhezés.

3. Permetezéssel sem sikerült a növény levelein át a megfelelő mikroelem ellátást biztosítani, de meg kell jegyeznünk, hogy a mikroelem-permetlé nem tartalmazott nedvesítő szert, illetve tapadó, hordozó anyagot.

E tájékozódó kísérleteink eredményei, továbbá az újonnan felmerült kérdések (a cink viselkedése, a permetezéssel mikroelem kezelés hatástalansága) tisztázása érdekében 1968. évben újabb kísérletsorozatot végeztünk. Ezekről számolunk be az alábbiakban.

### Új kísérleteink ismertetése

Az új vizsgálataink az előző kísérleteinktől [1] a következőkben tértek el:

1. Kétféle növényt alkalmaztunk: szudáni cirokfűvet (*Sorghum halepense* var. *sudanense*) és zabot (*Avena sativa*).

2. Minden kezelési típusnál egy kis humusztartalmú ásványi talajon is beállítottunk összehasonlító próbákat ( $H\% = 2,1\%$ ).

3. Úgy a mikroelem permetezéssel, mint a mikroelem talajkezeléssel mintáknál csak egyetlen adagolási szintet — az 1967. évi legmagasabb dózisszintet — alkalmaztuk. Ezek a következők voltak:

	<i>Permetezés</i>	<i>Talajkezelés</i>
Mn	0,45%	900 ppm
Zn	0,09%	270 ppm
Cu	0,20%	90 ppm
Co	0,20%	9 ppm

Fentieken kívül más mikroelem kezelés nem történt.

4. A permetezéssel mintáknál a permetléhez nedvesítő, tapadó vegyszert is (Sandovit 0,5 g/l) alkalmaztunk.

5. Valamennyi kezelési szinten négy párhuzamos tenyészedény mintát állítottunk be. A tenyészedény átmérője: 210 mm, területe: 3,46 dm<sup>2</sup> volt, melyekbe a 15 db vetőmagot vetettünk és egy edény összes növényegyedekének anyagát összekeverve átlagoltuk.

A szudáni cirokfűvet 5 hetes korban, a zabot 6 hetes korban vágtuk le. A növények permetezését mikroelemekkel a 3. pontban megjelölt összetételű oldattal 2 hetes kortól 2 naponként végeztük, a szudáni fűnél 4 hetes korig, a zabnál 5 hetes korig.

### Analitikai módszer

A növéymintáinkat légszáraz állapotra való szárítás után 8 órán át, 550 C°-on óvatosan hevítve hamvasztottuk el, majd a visszamaradt hamut kis mennyiségű (10–15 ml) 1 : 1 hígítású sósavval vettük fel és néhány órán át vízfürdő hőmérsékletén melegítettük. Ezután vízzel standard térfogatra hígítva, az oldatot kb. 1,5 n HCl koncentrációra állítottuk be. Szükség esetén, (kevés el nem romcsolódott szervesanyag tartalom mellett) HClO<sub>4</sub> és HNO<sub>3</sub> keverékével is kezeltük az egyes mintákat, infralámpa felett, a teljes oxidálódásig, illetve a tökéletes oldatbavitelig.

Az alábbiakban felsorolt mikroelemeket határoztuk meg a következő módszerekkel:

- Fe: szulfoszalicilátos komplex alakjában, 470 nm-nél fotometrálni
- Mn: perjodátos oxidációval, permanganát alakjában, 530 nm-nél fotometrálni
- Cu: Na-dietilditiokarbamat/CHCl<sub>3</sub> extrakcióval, 450 nm-nél fotometrálni
- Zn: ditizon/CCl<sub>4</sub> extrakcióval 530 nm-nél fotometrálni
- Co: 1-nitrozo-2-naftol/toluol extrakcióval 530 nm-nél fotometrálni
- Mo: ónkloridos redukcióval és rodanit/etiléteres extrakcióval 465 nm-nél fotometrálni
- Mg: 8-hidroxikinolinos lecsapással és CCl<sub>4</sub>-os extrakcióval, 420 nm-nél fotometrálni.

A talajminták összes mikroelem tartalmának meghatározása érdekében légszáraz mintákat vékony rétegben elterítve, 8 óra hosszat 550 C°-on he-

1. táblázat

Keszthelyi talajminták és a láptalajvíz teljes mikroelem tartalma ppm-ben, továbbá néhány mikroelem természetes megoszlása láptalaj és lápvíz között, valamint ezek RF értékei

	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Cr	V	Mo	Mg
a) Ásványi talaj .....	14 280	672	29,8	56,0	5,02	29,91	250,0	6,3	34 800
b) Láptalaj .....	2 030	340	10,9	78,4	3,14	7,32	81,3	6,7	25 200
c) Láptalajvíz .....	0,175	2,90	0,009	0,27	0,0012	0,0023	0,0087	0,047	133,0
d) Természetes megoszlás Láptalaj	$1,1 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^2$	$2,6 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$	$9,3 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$
Láptalajvíz									
R. F. érték .....	$3,0 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^4$	$0,92 \cdot 10^3$	$0,85 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^3$	—	—	—	—

2. táblázat

Keszthelyi talajminták „mobil” mikroelemtartalma ppm-ben és a teljes mikroelem tartalom százalékában

	Mn		Cu		Zn		Co	
	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%
a) Láptalaj .....	3,4	1,0	2,2	20,2	0,18	0,23	0,26	8,3
b) Ásványi talaj ...	11,0	1,6	3,8	12,7	0,30	0,54	0,26	5,2

vítettük, majd a szervesanyagtól mentes mintát HF—HNO<sub>3</sub> keverékével platina csészében tártuk fel. A teljes bepárlás után 1 : 1 hígítású sósavval vettük fel és a HCl koncentrációját kb. 1,5 n-ra beállítva, standard térfogatra hígítottuk fel. Az egyes mikroelemek meghatározása a fent már ismertetett eljárásokkal történt. A vízminták analízisét is ugyanilyen módon végeztük a bepárolt vízminták száraz maradékából, HClO<sub>4</sub>—HNO<sub>3</sub> roncsolással távolítva el megelőzőleg a szervesanyag tartalmát.

A talajminták ún. mozgékony (mobil) mikroelem tartalmának meghatározását a PEJVE által javasolt módszerrel végeztük el [3]. Az egyes mikroelemek kioldásához ennek alapján a következő oldatokat használtuk:

Mn:	0,1 n H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Cu:	0,1 n HCl
Zn:	1,0 n KCl
Co:	1,0 n HNO <sub>3</sub>

A talaj: oldószer arány minden esetben 1 : 5 volt, a rázási idő pedig ugyancsak minden esetben 30 perc volt.

A talaj „mozgékony” vagy más megjelöléssel „mobil” mikroelem tartalmának értelmezése meglehetősen önkényes. Az ún. mobil mikroelem tartalom meghatározására is többféle eljárás ismeretes különböző kioldó szerekkel. Egyáltalában nem bizonyos viszont az, hogy ezen eljárások egyikével egy adott talajon meghatározott mikroelem kioldódási érték azonos azzal, amely a növény gyökere számára ténylegesen hozzáférhető, illetve felvehető.

Az 1. táblázatban feltüntettük azoknak a talajoknak a teljes mikroelem tartalmát, amelyeket a kísérleteink során alkalmaztunk. E táblázaton

3. tábl

1968. évi mikroelemkezeléses tenyészedenyíksérlet  
(90 %-os megbízhatósági

(1) Kezelés	(2) Talajtípus	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm
A) Szudáni cirokfű	Láptalaj Ásványi talaj	62,2 ± 32,9 39,5 ± 22,3	17,0 ± 2,6 57,8 ± 18,4	4,7 ± 3,2 9,0 ± 1,6
a) Mikroelem permetezés	Láptalaj Ásványi talaj	112,1 ± 125,9 59,2 ± 12,0	127,3 ± 27,5 135,8 ± 41,2	10,0 ± 9,0 11,6 ± 2,2
b) Mikroelem talajkezelés	Láptalaj Ásványi talaj	90,1 ± 86,2 51,3 ± 6,6	23,4 ± 5,3 117,9 ± 72,6	4,3 ± 1,9 10,0 ± 1,3
B) Zab	Láptalaj Ásványi talaj	67,1 ± 18,3 120,1 ± 60,9	55,6 ± 4,6 120,2 ± 17,8	10,4 ± 2,8 30,0 ± 17,9
a) Mikroelem permetezés	Láptalaj Ásványi talaj	87,4 ± 10,4 76,9 ± 19,2	95,0 ± 24,3 165,0 ± 25,0	56,0 ± 20,6 28,5 ± 19,9
b) Mikroelem talajkezelés	Láptalaj Ásványi talaj	181,3 ± 193,9 75,7 ± 39,2	66,3 ± 7,9 140,8 ± 8,9	35,8 ± 16,2 31,7 ± 28,9
Gramineae átlagértékei Tölgyesi szerint		179	71	5,6

belül feltüntettük a láptalajvíz analízisének eredményeit is, továbbá az egyes mikroelemek természetes megoszlását a keszthelyi láptalaj és lápvíz között, végül a Fe, Mn, Cu, Zn és Co-ra a laboratóriumi radioaktív izotópos kísérleteinkkel kapott visszatartási tényezőt (R. F.) is.

Visszatartási tényezőnek (R. F. = retention factor) nevezi SZALAY és SZILÁGYI [5, 6] az ionos állapotban levő mikroelem koncentrációjának megoszlási hányadosát szorpciós egyensúly esetén a tőzeg és a víz fázisok között.

A 2. táblázat a felhasznált két talajminta fenti módon definiált mozgékony, „mobil” mikroelem tartalmát mutatja, valamint ezen értékeknek százalékos arányát a talaj teljes mikroelem tartalmához viszonyítva.

### A növényminták mikroelem analízisének eredményei

Az 1. és 2. táblázatok által jellemzett talajokon végeztük az 1968. évi tenyészédeny kísérleteinket. A kísérleteink összesítő vizsgálati eredményeit az alábbi 3. táblázatban foglaltuk össze.

A növényminták zöldhozamára és száraz súlyára vonatkozó adatok a Keszthelyi Agrártudományi Főiskola mérési eredményei. A zab mintákra vonatkozó Mn, Cu és Zn adatok a Keszthelyi Agrártudományi Főiskola és az MTA Atommag Kutató Intézet által párhuzamosan végzett analízisek átlagértékei. A többi analitikai adat az MTA Atommag Kutató Intézet méréseinek eredménye.

Fenti táblázat adatainak értékeléséhez nagyon jó volna, ha nagyszámú, különböző normális (nem szélsőséges jellegű), termékeny ásványi talajokon

lázat

összefoglaló analitikai eredményei  
szintű határértékekkel)

Zn ppm	Co ppm	Mo ppm	Mg %	(3) Zöldszűly g	(4) Száraz szűly g
23,9 ± 4,5 21,5 ± 6,3	0,09 ± 0,02 0,18 ± 0,02	8,02 ± 1,16 1,66 ± 0,21	0,53 ± 0,09 0,32 ± 0,10	401,0 ± 22,1 120,5 ± 9,8	62,4 ± 5,2 17,7 ± 1,4
48,4 ± 10,3 48,9 ± 26,1	0,35 ± 0,06 0,49 ± 0,35	7,77 ± 4,83 1,80 ± 0,84	0,61 ± 0,33 0,40 ± 0,09	400,5 ± 34,5 128,8 ± 5,5	53,3 ± 5,2 18,6 ± 1,7
56,5 ± 18,0 80,9 ± 29,6	0,11 ± 0,04 0,27 ± 0,13	7,58 ± 1,39 1,99 ± 0,88	0,71 ± 0,17 0,42 ± 0,09	440,8 ± 34,3 120,0 ± 9,6	65,3 ± 4,3 17,4 ± 1,7
40,5 ± 3,5 35,0 ± 7,3	0,13 ± 0,08 0,33 ± 0,11	20,2 ± 2,1 1,9 ± 1,1	0,40 ± 0,19 0,23 ± 0,13	111,0 ± 23,4 92,5 ± 20,1	12,8 ± 2,2 13,6 ± 4,3
61,7 ± 11,3 49,7 ± 14,6	0,51 ± 0,24 0,41 ± 0,20	18,1 ± 4,1 2,5 ± 0,7	0,34 ± 0,07 0,26 ± 0,05	90,0 ± 27,1 88,3 ± 10,4	9,8 ± 3,7 12,7 ± 1,8
75,8 ± 12,9 55,7 ± 11,2	0,32 ± 0,13 0,30 ± 0,11	14,1 ± 2,8 1,8 ± 0,6	0,42 ± 0,07 0,31 ± 0,06	112,0 ± 22,5 94,5 ± 15,7	12,6 ± 2,9 15,5 ± 3,7
28	0,10	1,5	—	—	—

termett azonos fajú növényekből analitikai adatok és átlagértékek állanának rendelkezésre az itt vizsgált mikroelemekre vonatkozólag. Magyarországon TÖLGYESI fejt ki igen értékes munkásságot különböző növénycsaládokon és nemzetségeken belül mikrotápelem megoszlásra vonatkozólag [8]. A publikált eredményei között, bár igen nagy analitikai adathalmazról számol be, az *Avena* nemzetségen belül csak 2 fajt és 4 mintát vizsgált, a *Sorgum* nemzetségen belül pedig ugyancsak 2 faj és 4 minta adatait közli. Minthogy értékelésünknel ilyen kisszámú vizsgálati adatra mint összehasonlító szintre nem lehetett támaszkodni, ezért legcélszerűbbnek láttuk, ha TÖLGYESINEK a *Gramineaere* vonatkozó nagyszámú (98 faj, 466 minta) analíziseinek átlagértékét tüntetjük fel a 3. táblázatunkon. Minthogy Co-ra vonatkozólag — az analitikai nehézségek miatt — még az ő adatai is nagyon hiányosak, ezért a 0,1 ppm koncentrációt tekintettük minimális alsó határszintnek, amely egyes irodalmi adatok szerint az állati takarmányozás szempontjából feltétlenül szükséges [4].

### A kísérleti eredmények kiértékelése

Az egyes táblázatok adatait az utóbb említettekkel és egymással is összehasonlítva, a szokásos statisztikai kritikával az adatok 90%-os megbízhatósági szintű szórásait feltüntetve, a következő megállapításokat lehet tenni:

#### 1. Szudáni fűnél

a) Összhangban az előző kísérleteinkkel, láptalajon *mangánban* határozott éhezés mutatkozik. A jelzőnövény mangán tartalma permetezéses kezeléskor nagymértékben megnövekszik, tehát nedvesítő szerrel kiválóan felvette a növény a többlet mangánt. Láptalajon a növény mangán tartalma talajkezeléssel gyakorlatilag nem növelhető, jó megegyezéssel a laboratóriumi ioncserés kísérleteinkkel.

Az összehasonlító ásványi talajon azonban a növény mangán tartalma úgy talajkezelés, mint permetezés esetében egyaránt megnövekedett.

b) Réz esetében szintén van éhezés, ami ellen a nedvesítőszeres permetezés ugyancsak hatásosnak bizonyult. Talajkezeléssel rézhez juttatott minták réztartalma viszont nem növekedett meg, ugyancsak teljes összhangban az eddigi ioncserés és tenyészedényes kísérleteinkkel [1, 5].

c) A növéymintáink *cink* tartalma az 1967. évi kísérleteinkkel áll összhangban: jelentős éhezés nem állapítható meg. A növény úgy talajkezeléskor, mint permetezéskor képes felvenni cinket és kezeletlen tőzeges láptalajból is eleget vett fel.

d) A *kobalt* tartalom változásai ugyancsak a vártak megfelelően alakultak. A nedvesítőszeres permetlével kezelt minták kobalt tartalma lényegesen magasabb volt a 0-szintnél, míg a talajkezeléssel juttatott kobalt gyakorlatilag felvehetetlennek bizonyult.

e) A láptalajon növesztett mintáink *molibdén* tartalma a várakozásnak megfelelően [2, 7] lényegesen magasabb volt, mint az ásványi talajon növesztetteké, azonban a többi mikroelem kezelés hatása nem volt megállapítható a molibdén tartalom változásában.

f) Az összes mintáknál egyértelműen megállapítható volt, hogy az egy edényben termett zöld és száraz súly értéke minden esetben láptalajon jóval magasabb volt, mint a megfelelő ásványi talajon. A mikroelem talajkezelés és permetezés nem volt megállapítható hatással sem a zöldsúlyra, sem a szárazhozamra.

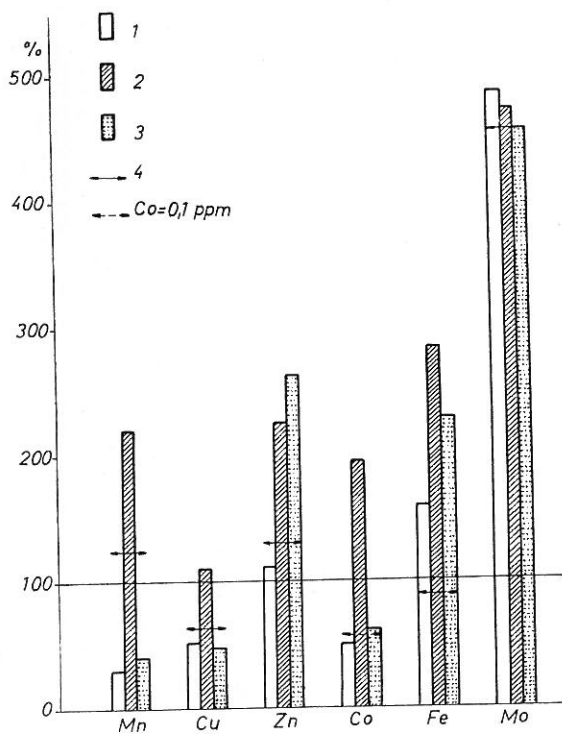
## 2. Zab esetében

a) A mangántartalomra ugyanaz állapítható meg, mint a szudáni fűnél, azaz számottevő éhezés a láptalajon, amely permetezéssel megszüntethető. A talajba adott mangán lényegében hatástalan.

b) A réztartalom a zab mintáknál ugyancsak lényegesen magasabb a nedvesítőszeres permetezés esetén, de úgy látszik, bizonyos mennyiséget talajkezeléssel is fel tud venni.

c) A cinkre ugyanaz állapítható meg, mint a szudáni fű esetén: éhezés gyakorlatilag nincs, a növény úgy talajkezeléssel, mint permetezéssel képes felvenni cinket.

d) A kobalt viselkedése a zab esetében a rézhez hasonló, vagyis számotte-



1. ábra

Szudánifű mikroelem felvétele láptalajból, valamint mikroelem trágyázással és permetezéssel kezelt, kezelés nélküli ásványi talajjal (önkéntesen 100%) összehasonlítva. 1. Kezeletlen láptalaj. 2. Láptalaj + mikroelemekkel permetezés. 3. Láptalaj + mikroelemekkel talajkezelés. 4. Gramineae átlagértékei TÖLGYESI szerint.

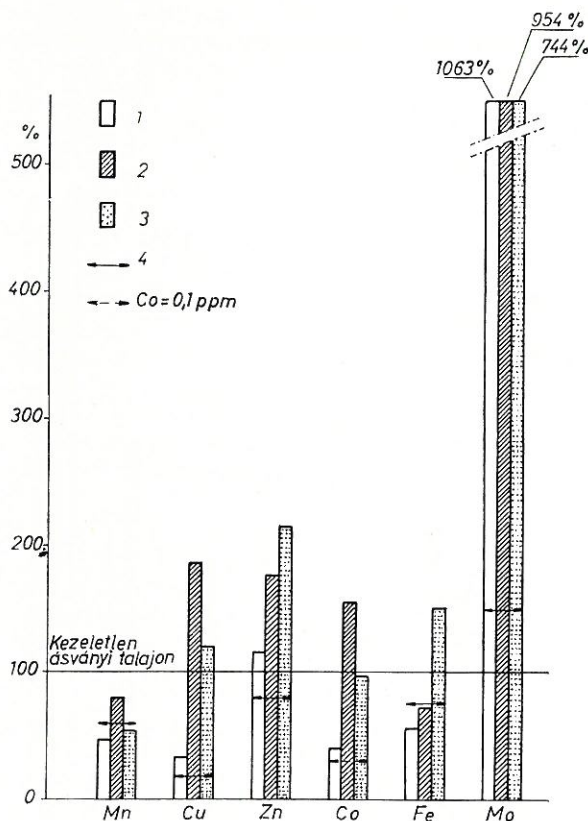


vő mennyiséget képes felvenni permetezéssel és csak mérsékelten tud talajkezelés útján a növény kobaltot felvenni.

e) A *molibdén* esetében a helyzet gyakorlatilag a szudáni fűnél elmondottakkal azonos: kiugróan magas molibdén-tartalom a láptalajon, melyre más mikroelemkezelés nincs hatással.

f) A zöldhözamban és száraz-súlyban viszont eltérés úgyszólván semmilyen vonatkozásban nincs. Sem láptalaj, sem pedig az ásványi talaj különbözősége nem volt hatással a zabra, úgyszintén a mikroelemadagolás sem a növény zöldhozamára, sem száraz-súlyára nem volt kimutatható hatással.

A mikroelem hatása különösen abban mutatkozott meg, hogy nem a terméshozam alakulásában következett be változás, hanem a növény kedvezőbb mikroelem összetételén keresztül a biológiai értékében. Míg a kontroll kezelések mikroelem tartalma rendkívül alacsony, addig a permetezett növények ellátottsága lényegesen kedvezőbb. Különösképp kiemelendő a mangán és kobalt felvétele. Ez egyben azt is jelenti, hogy a kedvezőtlen mikroelem összetételű



2. ábra

Zab mikroelem felvétele láptalajból, valamint mikroelem trágyázással és permetezéssel kezelt, kezelés nélküli ásványi talajjal (önkéntesen 100%) összehasonlítva. 1. Kezeletlen láptalaj. 2. Láptalaj + mikroelemekkel permetezés. 3. Láptalaj + mikroelemekkel talajkezelés. 4. Gramineae átlagértékei TÖLGYESI szerint.



területek hiánybetegségeit permetező trágyázással kedvezően tudjuk befolyásolni.

Minthogy az egyes fajok mikroelem felvétele rendkívül változó, amelyet a szudánifű és zab jelzőnövény által felvett mikroelem mennyisége is bizonyít, tovább kell vizsgálni a különböző fajoknak a mikroelemmel szemben támasztott igényét.

A láptalajon növesztett két jelzőnövényünknek mikroelem felvételi eredményeit Mn-ra, Cu-ra, Zn-re és Co-ra, továbbá Fe-ra és Mo-re vonatkozólag összefoglalva szemléltetően mutatja be az 1. és 2. ábra. Önkényesen egységnek (100%) tüntettük fel a kezeletlen ásványi talajon kontroll kísérleteinkben a növényben talált mikroelem mennyiséget (ppm a növényi szárazanyagban). Ezt az összehasonlító szintet a 100%-nál vízszintesen végighúzó egyenes vonallal jeleztük. Ehhez az értékhez viszonyítottan jeleztük az első helyen álló üres oszlopokon mindenütt a kezelés nélküli ősláptalaj mikroelem-felvételi értékeit. A ferdén vonalkázott középső oszlopok az ásványi talajhoz viszonyítottan mutatják a permetezési kezelések mikroelem felvételi értékeit, míg a harmadik helyen álló pontozással jelzett oszlopok a mikroelem-talajkezeléses minták analitikai eredményeit tüntetik fel ugyancsak az ásványi talajhoz viszonyított léptékben. Az egyes elemek oszlopsoraiban behúzott vízszintes vonalak a *Gramineae* család átlagos mikroelemkoncentráció szintjeit jelzik, TÖLGYESI adatai [8] szerint. A kobalt esetében a vízszintes jelzés a 0,1 ppm állat-táplálkozási minimumszintet jelzi [4].

### Összefoglalás

Összefoglalásképpen tenyészedénykísérleteinkből a következő megállapításokat tehetjük:

1. A régebbi laboratóriumi radioaktív izotópos ioncserés kísérletekkel összhangban megállapítható, hogy a láptalajokban nagy mennyiségben jelen levő oldhatatlan humuszsavak kationcserés megkötő hatása — a SZALAY és SZILÁGYI által megállapított törvényszerűség szerint — a mikrotápelemek közül erősen akadályozza a mangán, réz és kobalt felvételét, legalább is a megvizsgált két növény esetében (szudáni cirokfű és zab).
2. Az ioncserés vizsgálatokkal ellentétben érdekes módon a cink felvételét nem akadályozza meg a humuszsavak nagymennyiségű jelenléte.
3. Az ioncserés vizsgálatokkal és előző tenyészedényes vizsgálatainkkal összhangban megállapítást nyert, hogy a talajra adagolt mikrotápelem műtrágyázás láptalajok esetében teljesen hatástalan a szudáni cirokfű esetében, viszont nem teljesen eredménytelen a zabnál.
4. Kísérleteink egyöntetűen megállapították, hogy permetezéssel a növények mikrotápelemekkel a kívánt mértékben, bőségesen elláthatók, de szükséges, hogy a permetlé nedvesítő anyagot is tartalmazzon.
5. Kíváncsú a megkezdett kísérletek folytatása, mert a láptalajokon termesztett takarmányok etetésénél nagyfokú hiánybetegség tapasztalható.

## Irodalom

- [1] BELÁK, S. et al.: A mikroelem felvételének tanulmányozása a keszthelyi rétlápon. I. Agrokémia és Talajtan. **18**. 263–288. 1969.
- [2] GYŐRI, D.: The trace element conditions of some moor areas in Hungary. Acta Agron. Hung. **16**. 87–94. 1967.
- [3] PEJVE, J. V.: Szoderzsanie dosztupnih form mikroelementov v poesvah SSSR. Izv. AN. Latv. Riga. (6) 1958.
- [4] SCHARRER, K.: Biochemie der Spurenelemente. 3. Aufl. Parey, Berlin. 1955.
- [5] SZALAY, A. & SZILÁGYI, M.: Laboratory experiments on the retention of micronutrients by peat humic acids. Plant and Soil. **29**. 219–224. 1968.
- [6] SZALAY, S. & SZILÁGYI, M.: Nyomtápelemek szorpciója tőzeg humuszsavakon és jelentősége a gyakorlati mezőgazdaságban. MTA Agrártud. Közl. **27**. 109–114. 1968.
- [7] TÖLGYESI, Gy.: A keszthelyi lápon termett szálas takarmányok réz- és molibdén tartalmának takarmányozási vonatkozásai. Magyar Állatorvosok Lapja. **11**. 502–506. 1965.
- [8] TÖLGYESI, Gy.: A növények mikroelem tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1969.

Érkezett: 1969. december 22.

### Investigation on the Problems of Micronutrient Uptake by Plants in Peat Soils of Keszthely

#### II. Sorghum (*Sorghum halepense* var. *sudanense*) and Oat (*Avena sativa*)

S. BELÁK, D. GYŐRI, Z. SÁMSONI, A. SZALAY, M. SZILÁGYI,  
and A. TÓTH

Agricultural Highschool of Keszthely and Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences Debrecen (Hungary)

#### Summary

Pot experiments in peat soil with the plants *Sorghum sudanense* and oat are reported. Analyses demonstrated strongly hindered uptake of Mn, Cu and Co by plants from peat soil in comparison with mineral soil, although the peat soil was richly supplied with them. The strongest deficiency occurs in the case of Mn. Copious administration of ionic salts of these elements into the soil did not improve the deficiency but spraying onto the leaves together with wetting agent eliminated the deficiency.

The retention factor (R. F.) was measured by radiotracer techniques and a large R. F. of peat soil in comparison with mineral soil, demonstrated that these elements are strongly fixed by the insoluble humic acids of peat. This cation-exchange retention renders them inaccessible for the ground water and for plants, according to our previous investigations [5, 6] which clarified numerically this retention.

Table 1. Total micronutrient content of soil samples and ground water from Keszthely, in ppm; natural distribution of some microelements between peat soil and ground water and the quotient of their retention. a) Mineral soil. b) Peat soil. c) Ground water. d) Natural distribution peat soil/ground water.

Table 2. Mobile micronutrient content of soil samples from Keszthely, in ppm and their total micronutrient content in per cent. a) Peat soil. b) Mineral soil.

Table 3. Comprehensive analytical results of pot experiments with microelement treatment done in 1968 (limit values on a reliability level of 90%). (1) Treatment A) *Sorghum sudanense*. a) Microelement spray. b) Microelement treatment. B) Oat.

Figure 1. Micronutrient uptake of *Sorghum sudanense* from peat soil compared with mineral soil treated and sprayed with microelement and with untreated soil (arbitrarily

100%). 1. Untreated peat soil. 2. Peat soil + spraying with microelements. 3. Peat soil + treatment with microelements. 4. Average values of Gramineae after TÖLGYESI.

Figure 2. Micronutrient uptake of oat from peat soil compared with mineral soil treated and sprayed with microelement and with untreated soil (arbitrarily 100%). 1. Untreated peat soil. 2. Peat soil + spraying with microelements. 3. Peat soil + treatment with microelements. 4. Average values of Gramineae after TÖLGYESI.

## Untersuchungen über die Aufnahme von Mikroelementen durch Pflanzen auf dem Moorboden von Keszthely

### II. Sudangras (*Sorgum halepense* var. *sudanense*) und Hafer (*Avena sativa*)

S. BELÁK, D. GYÖRI, Z. SÁMSONI, A. SZALAY, M. SZILÁGYI  
und A. TÓTH

Hochschule für Landwirtschaftswissenschaften, Keszthely und Institut für Kernforschung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Debrecen

#### Zusammenfassung

In Gefäßversuchen wurde festgestellt, dass auf torfigem Moorboden die Aufnahme von Mangan, Kupfer und Kobalt bei Sudangras und Hafer stark gehemmt wird, obwohl diese Elemente in ausreichender Menge im Boden zugegen waren und ausserdem noch in Form von Ionenlösungen dem Boden zugeführt worden sind. Die Ergebnisse und diejenigen, die mit Isotopenmarkierung durchgeführten Versuche [5, 6] an Hand welcher die starke Kationenbindungsfähigkeit der Huminsäuren nachgewiesen wurde stehen im Einklang. Die letztere verursacht eine starke Hemmung der Mikronährstoffaufnahme bei Pflanzen.

Tab. 1. Gesamter Mikroelementengehalt der Boden- und Moorwasserproben vom Keszthely (in ppm), sowie die natürliche Verteilung einiger Mikroelemente in Moorboden und- wasser, und ihre RF-Werte. a) Mineralboden. b) Moorboden. c) Moorwasser. d) Natürliche Verteilung: Moorboden/Moorwasser.

Tab. 2. Beweglicher (mobiler) Mikroelementengehalt der Bodenproben von Keszthely, der gesamte Mikroelementengehalt in Prozent. a) Moorboden. b) Mineralboden.

Tab. 3. Zusammenfassung der analytischen Ergebnisse von Gefäßversuchen mit Mikroelementen im Jahre 1968 (bei GD 10%). (1) Variante: A) Sudangras. a) Bespritzung mit Mikroelementen. b) Düngung mit Mikroelementen. B) Hafer.

Abb. 1. Mikroelementenaufnahme von Sudangras aus Moorboden mit und ohne Behandlung mit Mikroelementen, verglichen mit der Aufnahme aus ungedüngtem Mineralboden (als 100%). 1. Ungedüngter Moorboden. 2. Moorboden + Bespritzung mit Mikroelementen. 3. Moorboden + Düngung mit Mikroelementen. 4. Gramineae-Durchschnittswerte nach TÖLGYESI.

Abb. 2. Mikroelementenaufnahme von Hafer aus Moorboden, mit und ohne Behandlung mit Mikroelementen, verglichen mit der Aufnahme aus ungedüngtem Mineralboden (als 100%). 1. Ungedüngter Moorboden. 2. Moorboden + Bespritzung mit Mikroelementen. 3. Moorboden + Düngung mit Mikroelementen. 4. Gramineae-Durchschnittswerte nach TÖLGYESI.

## Изучение усвоения микроэлементов растериями на болотистой почве в районе Кестхея

### II. *Sorgum halepense* var. *sudanese* и *Avena sativa*

III. БЕЛАК, Д. ДЬЁРИ, З. ШАМШОНИ, Ш. САЛАИ, М. СИЛАДИ и А. ТОТ

Высшая Аграрная Школа в Кестхей и Научно-исследовательский институт ядерных исследований, Дебрецен

#### Резюме

На основании результатов, полученных в вегетационных опытах определили, что усвоение марганца, меди и кобальта суданской травой и овсом из болотистой почвы сильно затруднено, хотя в ней в достаточном количестве содержались природные микроэлементы, более того, вносились микроэлементы в виде ионных растворов. Самая значительная нехватка наблюдалась для марганца.

Внесение этих элементов в почву не увеличило их усвоения, но опрыскивание листьев растворами, содержащими микроэлементы, прекратило нехватку их в растении.

Коэффициент связывания микроэлементов ( $R. F. = \text{retention factor}$ ) был измерен методом меченных атомов. Высокое значение  $R. F.$  наблюдалось для кислот торфа. Нехватку микроэлементов в растениях можно объяснить наличием катионно-обменной адсорбции у гумусовых кислот торфа. До сих пор не получило объяснение неожиданное ухудшение состояния крупного рогатого скота, получившего в корм силосную кукурузу, выращенную на этих полях. По всей вероятности это связано с нехваткой микроэлементов.

**Табл. 1.** Общее содержание микроэлементов в мг/кг в образцах почвы и в грунтовой воде болотистой почвы, далее природное распределение некоторых микроэлементов между болотистой почвой и грунтовой водой этой почвы, а также величины их  $R. F.$  а) Минеральная почва. б) Болотистая почва. в) Грунтовая вода болотистой почвы. г) Природное распределение: болотистая почва/грунтовая вода болотистой почвы.

**Табл. 2.** Содержание подвижных микроэлементов в мг/кг в почвах из Кестхея и общее содержание микроэлементов в %. а) Болотистая почва. Минеральная почва.

**Табл. 3.** Аналитические данные опытов, проведенных с микроэлементами в вегетационных сосудах в 1968 году. (Предельные величины при достоверной ошибке 10%) (1) Варианты. А) Суданская трава. а) Опрыскивание микроэлементами. б) Внесение микроэлементов в почву. В) Овес.

**Рис. 1.** Усвоение микроэлементов суданской травой из болотистой почвы при внесении их в почву и при опрыскивании растений, а также из минеральной почвы без обработки микроэлементами (условно принято за 100%). 1. Болотистая почва без внесения микроэlementов. 2. Болотистая почва + опрыскивание микроэлементами. 3. Болотистая почва + микроэлементы, внесенные в почву. 4. Средние величины Gramineae по Тёльдешу.

**Рис. 2.** Сравнительные данные по усвоению овсом микроэлементов из болотистой почвы с внесением микроэлементов в почву и с опрыскиванием растений и из минеральной почвы без обработки микроэлементами (Условно принято за 100%). 1. Болотистая почва без внесения микроэлементов. 2. Болотистая почва + опрыскивание микроэлементами. 3. Болотистая почва + микроэлементы, внесенные в почву. 4. Средние величины Gramineae по Тёльдешу.